

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年9月15日 (15.09.2005)

PCT

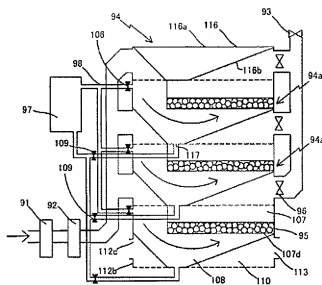
(10) 国際公開番号
WO 2005/084784 A1

- (51) 国際特許分類: B01D 53/56, B01J 20/34
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000396
(22) 国際出願日: 2005年1月14日 (14.01.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-065839 2004年3月9日 (09.03.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 西松建設株式会社 (NISHIMATSU CONSTRUCTION CO., LTD.) (JP/JP); 〒1058401 東京都港区虎ノ門1丁目2番10号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西保 (NISHI, Tamotsu) (JP/JP); 〒1058401 東京都港区虎ノ門1丁目2番10号 西松建設株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 忠彦 (ITO, Tadahiko) (JP/JP); 〒1058401 東京都港区虎ノ門1丁目2番10号 西松建設株式会社内 Tokyo (JP). 田中 勉 (TANAKA, Tsutomu) (JP/JP); 〒1058401 東京都港区虎ノ門1丁目2番10号 西松建設株式会社内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 間山進也 (MAYAMA, Shinya); 〒2420007 神奈川県大和市中央林間3丁目4番4号サクライビル4階 間山国際特許事務所 Kanagawa (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

(続葉有)

(54) Title: APPARATUS FOR REMOVING NITROGEN OXIDES AND METHOD FOR REMOVING NITROGEN OXIDES

(54) 発明の名称: 窒素酸化物除去装置および窒素酸化物除去方法



(57) Abstract: An apparatus for removing nitrogen oxides, a method for removing nitrogen oxides, and a vessel being used therefore and a method for filling the vessel are provided. A nitrogen oxide adsorbing means (94) supplies a gas to an adsorption unit (94a) in a state wherein the variation in the flow rate is reduced, via a gas flow straightening section (108) for supplying a gas to the great area side of a solid adsorbing agent layer to an adsorption unit (94a) having a plurality of solid adsorbing agent layers containing a low profile solid adsorbing agent (95). Nitrogen oxides contained in a gas are efficiently passed through the solid adsorbing agent layer and are removed.

(57) 要約: 本発明は、窒素酸化物除去装置、窒素酸化物除去方法、およびそのために使用する容器並びに容器の充填方法を提供する。本発明の窒素酸化物吸着手段94は、窒素酸化物吸着手段94を構成する複数のロー・プロファイルの固体吸着剤95を含む固体

(続葉有)

WO 2005/084784 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

吸着剤層を備えた吸着ユニット94aに対して、固体吸着剤層の大部分側に気体を供給するための気体整流部108を介して吸着ユニット94aに気体を流量ムラを低減させて供給する。気体中に含まれる窒素酸化物は、固体吸着剤層を効率的に通過し、除去される。

明 細 書

窒素酸化物除去装置および窒素酸化物除去方法

技術分野

- [0001] 本発明は、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する方法および窒素酸化物の除去装置に関し、特に、大気中に含まれる窒素酸化物を効率よく除去することができる窒素酸化物の除去方法および前記除去方法を行う場合に好適に使用することができる窒素酸化物の除去装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来から、気体中の窒素酸化物を除去する方法として、ボイラーあるいはガスタービン、ガスエンジン等の発電設備の燃焼ガス中に含まれる窒素酸化物を除去するアンモニア脱硝方法や尿素脱硝方法がある。また、自動車排ガス中に含まれる窒素酸化物を除去する方法として、排ガス中に含まれる炭化水素を還元剤とし、窒素酸化物を除去する三元触媒系方法がある。上記の方法により排ガス中に含まれる窒素酸化物を除去する場合には、排ガスの有する数100℃のエネルギーを利用して窒素酸化物を窒素ガスに還元して除去している。また、燃焼ガス中や排ガス中に含まれる窒素酸化物濃度は、一般に数100ppmである。
- [0003] 燃焼ガスや排ガスに使用されている上記の窒素酸化物の除去方法を大気中に含まれる窒素酸化物の除去方法として応用する場合、大気中に含まれる窒素酸化物の濃度が低いために窒素酸化物を窒素ガスに還元する際の反応速度が遅いという問題が生じる。また、燃焼ガスや排ガスと比較して低温である大気を数100℃に加熱しなければならないため、膨大なエネルギーを消費するという問題もある。
- [0004] また、大気中に含まれる窒素酸化物を除去する方法としては、アルカリ吸収液を用いるアルカリ吸収法(特許文献1)や、還元剤を用いる還元法、固体吸着剤を用いる吸着法(特許文献2)などがある。
- [0005] しかしながら、アルカリ吸収法は、低濃度の窒素酸化物を吸収することは可能であるが、大気中に共存する二酸化炭素も窒素酸化物と同時に吸収してしまうため効率的に窒素酸化物を吸収できないという問題がある。また、還元法では、還元剤が大気

中に共存する酸素によって酸化されてしまうため効率的に窒素酸化物を還元できないという問題がある。また、固体吸着法では、大気中に含まれる窒素酸化物の濃度が低い場合、固体吸着剤への窒素酸化物の吸着量が少なくとも、固体吸着剤がすぐに吸着破過してしまうため、大気中に含まれる窒素酸化物を十分に吸着できないという問題がある。

[0006] さらに、大気中に含まれる低濃度の窒素酸化物を除去する方法として、土壤が有する浄化機能を利用する方法もある。しかしながら、土壤の浄化機能を利用する場合、必要とされる窒素酸化物の除去能力に見合うだけの土壤を確保しなければならず、膨大な土地を必要とすることがあるという問題がある。

[0007] このような窒素酸化物の除去装置では、除去装置内に気体を通過させるための圧力は、少ないことが望ましい。このため、気体を通過させる固体吸着材の厚さは、窒素酸化物の除去機能に支障をきたすことのない範囲内で、できるだけ薄くすることが好ましい。

[0008] しかしながら、気体を通過させる固体吸着材の厚さを薄くするためには、単位時間あたりの処理すべき気体量の増大に伴って、固体吸着材を設置する面積を広くしなければならない。このため、設置スペースの確保が困難となる場合があり、問題となっていた。特に、単位時間あたりの処理すべき気体量が多いにもかかわらず、限られたスペース内に除去装置を設置しなければならない場合、具体的には、都市部などにおいて、道路の中央分離帯、交差点近傍、高架橋下、トンネル換気口などに除去装置を設置する場合などには、設置スペースの確保ができないために除去装置が設置できなくなる恐れがあり、問題となっていた。

[0009] また、固体吸着材を設置する面積を広くすればする程、固体吸着材を通過する気体の速度を均一にすることが困難となり、気体中の窒素酸化物が固体吸着材によって十分に除去されていないのに、気体が固体吸着材を通過してしまう「ブレイクスルー」と呼ばれる現象が発生し、除去機能が低下してしまうという問題がある。

[0010] このような窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物吸着手段に供給される気体は湿度を含むものとなるようにされることが望ましい。

[0011] また、従来の窒素酸化物の除去装置では、気体が湿度を含むように、除去装置と

は別個に設けられた加湿手段が用いられている。このため、除去装置と加湿手段とを連結用の配管ダクトで連結する必要がある、除去装置を設置する際に、加湿手段を設置するためのスペースや連結用の配管ダクトのためのスペースを確保する必要があることが問題となっていた。また、除去装置内に気体を通過させるための圧力が、連結用の配管ダクト内で損失することや、連結用の配管ダクトを設置するための手間がかかることが問題となっていた。

特許文献1:特開平10-211427号公報

特許文献2:特開平11-9957号公報

特許文献3:特開2001-259798号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0012] 本発明は、上述した従来技術の不都合を改善するべくなされたものであり、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する方法および窒素酸化物の除去装置に関し、特に、大気中に含まれる窒素酸化物を効率よく除去することができる窒素酸化物の除去方法および前記除去方法を行う場合に好適に使用することができる窒素酸化物の除去装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、
固体吸着材層に前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する吸着ユニットを有する窒素酸化物吸着手段を備え、前記吸着ユニットは、収納部境界壁と収納部底板と出口側上部とに囲まれ、内部に前記固体吸着材層が設けられている吸着材収納部と、前記固体吸着材層を通過する気体を整流する気体整流部とを備えたロー・プロファイルのユニット本体とを有し、前記ユニット本体は、入口側面と、前記入口側面に対向して配置され、前記出口側上部と出口側下部とを有する出口側面と、前記入口側面と前記出口側面との間に配置された前記収納部境界壁と、前記収納部境界壁の下端から前記出口側上部に向かって水平に配置された前記収納部底板と、前記出口側上部と前記出口側下部との境界である出口側境界よりも下に水平に配置された前記整流部底と、前記入口側面から前記整

流部底まで延びる前記入口側底板と、前記出口側境界から前記整流部底まで延びる前記出口側底板とを備えることを特徴とする窒素酸化物の除去装置が提供される。

- [0014] 本発明では、前記入口側面は、入口側上部と入口側下部とを有し、前記整流部底は、前記入口側上部と前記入口側下部との境界である入口側境界よりも下に配置され、前記入口側底板は、前記入口側境界から前記整流部底まで延びてもよい。本発明の前記窒素酸化物吸着手段は、吸着ユニットが鉛直方向に複数個積層されて一体化されてなり、前記ユニット本体は、前記整流部底と前記入口側底板と前記出口側底板とによって前記気体整流部と分離され、前記吸着ユニットを積層したときに下に配置される他の吸着ユニットの前記気体整流部となる下段ユニット用整流部を備え、前記入口側下部には、前記下段ユニット用整流部への気体入口が設けられ、前記出口側下部には、前記下段ユニット用整流部からの気体出口が設けられていてもよい。本発明では、前記入口側底板と前記入口側上部とのなす角度 θ が、 90° ～ 180° の範囲で傾斜していることができる。

- [0015] また、前記整流部底と前記出口側底板との境界から前記収納部底板までの長さAと、前記境界から前記出口側面までの長さBとの比A:Bが、 $1:1 \sim 1:10$ の範囲とすることができる。本発明では、前記整流部底と前記収納部境界壁とが平面的に重なり合う構成とすることができる。本発明では、前記吸着ユニットを積層したときに、上に配置された前記吸着ユニットの前記整流部底と下に配置された前記吸着ユニットの前記収納部境界壁の上端とが重なり合う構成とすることができる。さらに、本発明では、前記固体吸着材層の除去機能が低下した場合に、再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段を備え、前記固体吸着材層に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることにより、低下した前記除去機能が再生されることができる。前記吸着材収納部および前記気体整流部が、水密性を有していてもよい。さらに、前記再生剤供給手段が、前記吸着ユニットの各々に個別に前記再生剤を供給可能とされていてもよい。前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれ

らの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことができる。

- [0016] また、本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物の除去装置であって、窒素酸化物吸着手段を構成する前記複数のロー・プロファイルの固体吸着剤層を備えた吸着ユニットと、前記吸着ユニットの前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤層の大部分側に前記気体を供給するための気体整流手段とを備えることを特徴とする、窒素酸化物の除去装置が提供される。
- [0017] さらに本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物の除去方法であって、窒素酸化物吸着手段を構成する前記複数のロー・プロファイルの固体吸着剤層を備えた吸着ユニットに対して前記気体を、前記吸着ユニットの前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤層の大部分側に前記気体を供給するための気体整流手段を介して導入する工程と、前記固体吸着剤により前記窒素酸化物を選択的に除去する工程とを含む窒素酸化物の除去方法が提供される。
- [0018] さらに本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する方法であって、窒素酸化物を吸着して除去するロー・プロファイルの固体吸着剤を含む窒素酸化物吸着手段に、前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤の大部分側に選択的に前記気体を供給する気体整流手段を介して前記気体を供給することにより前記気体中に含まれる窒素酸化物を除去する除去工程と、前記除去工程によって低下した前記窒素酸化物吸着手段の前記窒素酸化物の除去機能を、塩基性物質あるいは還元性物質を含む再生剤によって前記固体吸着剤が吸着した窒素酸化物を除去することにより再生する再生工程とを含むことを特徴とする窒素酸化物の除去方法が提供される。
- [0019] 本発明では、窒素酸化物センサーにより前記除去機能を検知する検知工程を含み、前記検知工程において除去機能の低下が検知された場合に、前記再生工程を行うことができる。前記窒素酸化物吸着装置と前記再生剤を貯留する再生剤タンクとの間で、前記再生剤を循環させることができる。本発明では、前記除去工程の前に、前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理工程を含んでもよい。前記気体が、道路トンネル内、掘削・半地下道路トンネル、道路シェルダー、駐車場内、道路近傍、停

留所のいずれかの大気が採取されたものとすることができる。前記塩基性物質が、アルカリ金属の水酸化物あるいはアルカリ土類金属の水酸化物であり、前記還元性物質が、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物であってもよい。前記再生剤が、還元性物質を含む場合に、前記除去機能を、窒素雰囲気中で再生することができる。

[0020] また、本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、窒素酸化物を吸着して除去するロー・プロファイルの固体吸着剤を含む窒素酸化物吸着手段と、前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤の大面积側に選択的に前記気体を供給する気体整流手段と、前記窒素酸化物吸着手段の窒素酸化物の除去機能が低下した場合に、塩基性物質あるいは還元性物質を含む再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段とを備え、前記固体吸着剤に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることにより、低下した前記除去機能が再生されることを特徴とする窒素酸化物の除去装置が提供できる。

[0021] 本発明では、前記除去機能を検知する窒素酸化物センサーを含み、前記窒素酸化物センサーが所定濃度以上の窒素酸化物の濃度を検知した場合に、前記除去機能が再生されてもよい。本発明では、前記再生剤を貯留する再生剤タンクが備えられ、前記再生剤が、前記再生剤タンクと前記窒素酸化物吸着装置との間で循環可能とされている。本発明では、前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理手段を備え、前記前処理手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着装置に供給することができる。

[0022] さらに、本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、ロー・プロファイルの固体吸着材層に、前記ロー・プロファイルの大面积側に前記気体を導くための気体整流手段を介して前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する複数の吸着ユニットを含み、前記吸着ユニットが、前記固体吸着材層の延在方向と交差する方向に複数個積層されて一体化さ

れた省空間型の窒素酸化物吸着手段を備えることを特徴とする窒素酸化物の除去装置が提供される。

- [0023] 本発明では、前記吸着ユニットは、各々、前記固体吸着材層を通過する前記気体の速度を制御する制御手段を備えていてもよい。本発明では、前記固体吸着材層の除去機能が低下した場合に、再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段を備え、前記固体吸着材層に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることにより、低下した前記除去機能が再生されてもよい。前記再生剤供給手段が、前記吸着ユニットの各々に個別に前記再生剤を供給可能なものとされていてもよい。前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理手段を備え、前記前処理手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着手段に供給することができる。

- [0024] さらに、前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことができる。

- [0025] また、本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、前記気体を加湿する加湿手段と、ロー・プロファイルの固体吸着材層に、前記ロー・プロファイルの大部分積側に前記気体を導くための気体整流手段を介して前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する窒素酸化物吸着手段とを備え、前記加湿手段が、前記固体吸着材層と平面的に重なり合うように前記窒素酸化物吸着手段と一体化され、前記加湿手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着装置に供給されることを特徴とする窒素酸化物の除去装置が提供できる。

- [0026] 本発明では、前記加湿手段で使用される加湿用水を貯留する水タンクが備えられ、再生剤が前記固体吸着材層上に供給されることにより、前記固体吸着材層を通過した前記再生剤が、前記水タンクに供給され前記固体吸着材層が、炭素系材料を含む固体吸着材で形成され、かつ前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ

土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことができる。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]本発明の窒素酸化物の除去方法を説明するためのフローチャート。
[図2]本発明の窒素酸化物の除去方法を説明するためのフローチャート。
[図3]本発明の窒素酸化物の除去装置の実施の形態を示した写真。
[図4]本発明の窒素酸化物の除去装置の一例を説明するための概略図。
[図5]本発明の窒素酸化物の除去装置の他の例を説明するための概略図。
[図6]本発明の窒素吸着・再生処理の効率を測定するために使用した装置を示した図。
[図7]本発明の窒素酸化物の除去装置の一例を説明するための概略図である。
[図8]本発明の窒素酸化物の除去装置の他の一例を説明するための概略図である。
[図9]本発明の窒素酸化物の除去装置の一例を説明するための概略図である。
[図10]本発明の窒素酸化物の除去装置の一例を説明するための概略図である。
[図11]吸着ユニットの構造を説明するための概略図である。
[図12]本発明の吸着ユニットの第2の実施の形態を示した図。

符号の説明

- [0028] 1…大気供給ライン
2…窒素酸化物酸化装置
3…大気供給ライン
4…窒素酸化物吸着装置
5…大気排出ライン
6…再生剤タンク
7…再生剤供給ライン
8…再生剤戻りライン

- 10…制御装置
- 14…窒素酸化物吸着装置
- 15…窒素酸化物センサー
- 31…大気供給ライン
- 41、42、43…窒素酸化物吸着装置
- 44…連結部材
- 45…支持部材
- 51…大気排出ライン
- 61、62…再生剤タンク
- 71、72…再生剤供給ライン
- 81、82…再生剤戻りライン
- 91…加湿手段
- 92…前処理手段
- 93…圧送ファン
- 94…窒素酸化物吸着手段
- 94a…吸着ユニット
- 95…固体吸着材層
- 96…制御ファン
- 97…再生剤タンク
- 98…再生剤供給ライン
- 99…バルブ
- 100…窒素酸化物吸着手段
- 101…本体
- 102…散布管
- 104…水タンク
- 103…充填層
- 105…水供給ライン
- 106…供給弁

107…吸着材収納部
108…気体整流部
109…排出弁
110…下段ユニット用整流部
111…ユニット本体
112…入口側面
113…出口側面
114…側面
115…整流部底
117…排出口

発明を実施するための最良の形態

[0029] セクションA:窒素酸化物除去材料および基本装置構成

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1および図2は、本発明の窒素酸化物の除去方法の基本的な構成説明するためのフローチャートである。また、図3は、本発明の窒素酸化物の除去装置の基本構成を示した写真であり、図4は、本発明の窒素酸化物の除去装置の基本構成を説明するための概略図である。

[0030] まず、本発明の窒素酸化物の除去装置について詳細に説明する。図4に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物を除去するために採取された大気を窒素酸化物酸化装置2に供給する大気供給ライン1と、窒素酸化物酸化装置2と、窒素酸化物吸着装置4に窒素酸化物酸化装置2を通過した大気を供給する大気供給ライン3と、窒素酸化物を吸着する窒素酸化物吸着装置4と、窒素酸化物吸着装置4を通過した大気を浄化大気として放出する大気排出ライン5とを備えている。

[0031] また、図4に示す大気排出ライン5中には、窒素酸化物センサーが設置されている。窒素酸化物センサーは、窒素酸化物吸着装置4の窒素酸化物の除去機能を検知するものであって、大気排出ライン5から放出される浄化大気の窒素酸化物の濃度を管理するものである。さらに、図4に示す窒素酸化物の除去装置には、再生剤を貯留する再生剤タンク6と、再生剤タンク6から窒素酸化物吸着装置4に再生剤を供給する再生剤供給ライン7と、窒素酸化物吸着装置4から再生剤タンク6に窒素酸化物吸

着装置4を通過した再生剤を戻す再生剤戻りライン8とからなる再生剤供給手段が備えられ、再生剤が、再生剤タンク6と窒素酸化物吸着装置4との間で、再生剤供給ライン7および再生剤戻りライン8を介して循環できるようになっている。

[0032] そして、図4に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の濃度を検出した場合に、窒素酸化物吸着装置4の窒素酸化物の除去機能が再生されるようになっている。

[0033] 大気供給ライン1は、窒素酸化物酸化装置2に大気を供給し得る構造のものであればいかなるものであってもよく、特に限定されない。また、大気供給ライン1には、必要に応じて、窒素酸化物吸着装置4の目づまりなどを防止する集塵装置や窒素酸化物酸化装置2に供給する大気の流速や流量を制御する装置などが取り付けられる。

[0034] 窒素酸化物酸化装置2は、大気に含まれる窒素酸化物を酸化することにより、大気に含まれる窒素酸化物を二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにするものである。窒素酸化物吸着装置4の形態は特に限定されないが、低濃度の窒素酸化物を効果的に酸化することができるオゾン発生による酸化装置であることが好ましい。窒素酸化物酸化装置2の温度制御は特に必要なく、大気供給ライン1を介して供給された温度のままでかまわない。

[0035] 窒素酸化物吸着装置4は、窒素酸化物を吸着させるものであり、窒素酸化物を吸着する固体吸着剤4aを容器内に充填してなる充填層が用いられる。固体吸着剤4aを充填した充填層としては、特に限定されないが、少ない圧力損失で大気を流通させることができる構造のものが好ましく使用される。

[0036] 固体吸着剤4aは、圧力損失を低くおさえる観点から、数mm～数cmの破碎粒子や成型粒子、またはハニカム構造の粒子であることが好ましい。さらに、固体吸着剤4aは、低濃度の窒素酸化物を効率良く吸着する観点から、比表面積が大きいことが好ましい。また、窒素酸化物吸着装置4に使用される固体吸着剤4aの種類は、1種類でもよいが2種類以上併用してもよい。固体吸着剤4aを構成する材料としては、炭素系材料や無機系材料などを例示できる。炭素系材料としては、やしがら活性炭、ピッチ系活性炭、PAN系活性炭、炭素繊維、木炭、フラーレン、カーボンナノチューブなどを例示できる。無機系材料としては、活性白土、アルミナ、ゼオライト、シリカ、マグ

ネシア、チタニアなどを例示できる。中でも特に好ましい固体吸着剤4aとして、活性炭など大きな比表面積を有する炭素系材料が挙げられる。

- [0037] また、固体吸着剤4aを充填する容器は、大気の漏洩がなく、固体吸着剤4aからの体圧や、固体吸着剤4aを洗浄・再生する際に使用される再生剤の液圧に耐え得る構造のものであればいかなるものであってもよく、特に限定されない。さらに、固体吸着剤4aを充填する容器の材質も特に限定されず、軟鋼、ステンレス鋼、FRP、PCVなどが例示できる。
- [0038] また、窒素酸化物吸着装置4についても窒素酸化物酸化装置2と同様に温度制御は特に必要なく、大気供給ライン3を介して供給された温度のままでもかまわない。また、図4に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物を効果的に吸着するために、大気供給ライン3を介して供給された大気の湿度が、好ましくは40%以上、より好ましくは60%以上、さらに好ましくは80%以上となるようにされている。窒素酸化物吸着装置4に供給される大気の湿度は、いかなる方法および装置を用いて制御されていてもよく、例えば、大気に水を噴霧するなどして湿度を上昇させる方法などが好適に使用できる。
- [0039] さらに、図4に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物を効率よく吸着するために、制御装置9を用いて制御することにより、窒素酸化物吸着装置4に供給される大気の空間速度が、 $1000\sim 200000\text{h}^{-1}$ 、より好ましくは $3000\sim 100000\text{h}^{-1}$ となるようにされている。窒素酸化物吸着装置4に供給される大気の空間速度は、除去すべき大気の窒素酸化物の濃度や、固体吸着剤4aの種類、窒素酸化物吸着装置4の大きさなどに応じて決定される。なお、制御装置9は、窒素酸化物吸着装置4に供給される大気の空間速度を制御できるものであればいかなるものであってもよく、特に限定されない。
- [0040] 窒素酸化物吸着装置4は、固体吸着剤4aが窒素酸化物で吸着破過することによって徐々に窒素酸化物の除去機能が低下する。しかし、図4に示す窒素酸化物の除去装置では、吸着破過した固体吸着剤4aから再生剤を用いて窒素酸化物を除去することにより、窒素酸化物吸着装置4が再生される。再生剤としては、塩基性物質あるいは還元性物質を含む水溶液が使用される。

- [0041] 塩基性物質としては、特に限定されないが、アルカリ金属水酸化物、アルカリ土類水酸化物、アルカリ金属炭酸塩、アルカリ土類金属炭酸塩などを挙げることができ、固体吸着剤の吸着した窒素酸化物を効率良く除去する観点から、強塩基性物質であるアルカリ金属水酸化物やアルカリ土類水酸化物が特に好ましく使用される。
- [0042] アルカリ金属水酸化物としては、水酸化リチウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなどを例示できる。アルカリ土類水酸化物としては、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウムなどを例示できる。アルカリ金属炭酸塩としては、炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムを例示できる。アルカリ土類金属炭酸塩としては、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムを例示できる。
- [0043] また、還元性物質としては、特に限定されないが、亜硫酸塩、チオ硫酸塩、水素化物、硫化水素、アルデヒド類などを挙げることができ、常温で窒素酸化物を窒素ガスまで還元する観点から、亜硫酸塩を用いることが好ましい。
- [0044] 亜硫酸塩としては、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅などを例示できる。チオ硫酸塩としては、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムなどを例示できる。水素化物としては、水素化ホウ素ナトリウム、水素化アルミニウムなどを例示できる。アルデヒド類としては、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどを例示できる。
- [0045] なお、再生剤として還元性物質を用いる場合は、還元性物質が酸素などによって劣化することを防ぐために、再生剤タンク6を窒素置換しておくことが望ましい。さらに、窒素酸化物吸着装置4を再生する際には、再生剤タンク6だけでなく窒素酸化物吸着装置4も窒素置換しておくことが好ましい。
- [0046] 再生剤は、窒素酸化物吸着装置4に供給される大気中の窒素酸化物の種類や量、再生剤の濃度などを考慮して調製することによって、1回または複数回使用することが可能なものとされる。
- [0047] 次に、このような窒素酸化物の除去装置を用いて、大気中に含まれる窒素酸化物を除去する方法について詳細に説明する。
- [0048] 以下に説明する方法によって窒素酸化物が除去される窒素酸化物を含む大気とし

ては、特に限定されないが、例えば、数ppm以下の窒素酸化物濃度が問題となっている道路トンネル内や地下駐車場内から採取される大気、あるいは都市幹線道路近傍などから採取される大気などが挙げられる。また、窒素酸化物を含む大気としては、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上であることが望ましい。さらに本発明の除去装置は、より一般に、道路トンネル内、掘削・半地下道路トンネル、道路シェルター、駐車場内、道路近傍、停留所などに近接または隣接して汚染された大気を取り込むように設置することができる。

- [0049] このような窒素酸化物を含む大気中に含まれる窒素酸化物を除去するには、まず、図1に示すように、窒素酸化物を含む大気が、大気供給ライン1を介して窒素酸化物酸化装置2に供給(S1)され、大気中の窒素酸化物が、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかとされる(S2)。ついで、窒素酸化物酸化装置2を通過した大気が、大気供給ライン3を介して窒素酸化物吸着装置4に供給(S3)され、大気中の窒素酸化物が固体吸着剤4aに吸着されて除去される(S4)。そして、窒素酸化物吸着装置4を通過した大気が、大気排出ライン5を介して浄化大気として放出(S6)される。
- [0050] このとき、大気排出ライン5中に設置されている窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知される(S4)と、大気供給ライン1からの窒素酸化物を含む大気の供給が遮断(S7)され、大気の供給を遮断したままの状態、以下に示す窒素酸化物吸着装置4の再生が行われる(S8)。
- [0051] 窒素酸化物吸着装置4を再生するには、まず、図2に示すように、再生剤タンク6から再生剤供給ライン7を介して窒素酸化物吸着装置4に再生剤を供給(S81)し、固体吸着剤4aから窒素酸化物を除去(S82)する。再生剤による窒素酸化物の除去は、窒素酸化物吸着装置4内などで再生剤中に固体吸着剤4aを浸漬する方法や、再生剤を固体吸着剤4aに散布する方法などによって行われる。続いて、使用済みの再生剤を、再生剤戻りライン8を介して固体吸着剤4aの再生剤タンク6に戻す(S83)ことにより、窒素酸化物吸着装置4の再生が終了する。
- [0052] このようにして、窒素酸化物吸着装置4の再生が終了すると、図1に示すように、大気供給ライン1からの窒素酸化物を含む大気の供給が再開(S9)される。そして、窒

窒素酸化物を含む全ての大気が浄化大気として放出されるまで、上記の工程が繰り返され、窒素酸化物を含む全ての大気についての窒素酸化物の除去が終了する。

- [0053] このような窒素酸化物の除去方法および除去装置によれば、固体吸着剤4aを含む窒素酸化物吸着装置4に大気を供給することにより大気中に含まれる窒素酸化物を除去し、固体吸着剤4aが吸着した窒素酸化物を除去することにより窒素酸化物の除去機能が再生されるので、大気中に含まれる窒素酸化物を効率よく除去することができる。
- [0054] なお、本発明の窒素酸化物の除去方法および除去装置においては、上述した例に示したように、窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知された場合に窒素酸化物吸着装置4の再生を行うものとしてもよいが、所定の期間毎に行うものとしてもよい。例えば、本発明の窒素酸化物の除去方法および除去装置を長期にわたって連続して適用する場合など、メンテナンスのしやすさなどを考慮して、1日1回あるいは、1週間に1回などの周期で再生するようにしてもよい。
- [0055] 図3は、図4に示した基本的な構成を備えた窒素酸化物の除去装置の構成を示した図である。図3では、湿度の調整された窒素酸化物を含む大気が、まず、窒素酸化物酸化装置2へと導入され、窒素酸化物の酸化が行われており、具体的に実施の形態では、高電圧を印加することによる放電でオゾンを発生させて集塵および窒素酸化物の酸化が行われている。その後、窒素酸化物吸着装置4へと気体が導入され、窒素酸化物の除去が行われた後に、大気排出ライン5を介して浄化大気が大気中に排出される構成とされている。なお、窒素酸化物吸着装置4の内部には、図示しない再生剤タンク6、再生剤供給ライン7、再生剤戻りライン8などが構成されているが、これらが一体として筐体内に収容されている。
- [0056] また、本発明の窒素酸化物の除去方法および除去装置においては、窒素酸化物吸着装置が複数設けられていてもよい。図5は、2つの窒素酸化物吸着装置が設けられている窒素酸化物の除去装置の一例を示した概略図である。なお、図5に示す窒素酸化物の除去装置は、図4に示す窒素酸化物の除去装置と、窒素酸化物吸着装置41、43とその周辺部分のみ異なるので、図5においては、窒素酸化物吸着装置41、43とその周辺部分以外の部分を省略して示している。

- [0057] 図5に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物を除去する領域Aと、窒素酸化物吸着装置を再生する領域B、Cとを備えている。窒素酸化物を除去する領域Aに配置され、支持部材45に支持された窒素酸化物吸着装置43には、大気供給ライン31から大気が供給される。そして、窒素酸化物吸着装置43を通過した大気が大気排出ライン51から放出されるようになっている。また、窒素酸化物吸着装置を再生する領域Bに配置され、窒素酸化物吸着装置43と連結部材44によって連結され一体化された窒素酸化物吸着装置41には、再生剤タンク61から再生剤供給ライン71を介して再生剤が供給され、窒素酸化物吸着装置41を通過した再生剤が再生剤戻りライン81を介して再生剤タンク61に戻されるようになっている。
- [0058] また、窒素酸化物吸着装置43を再生する場合には、窒素酸化物吸着装置43が矢印Dの方向に移動して窒素酸化物吸着装置を再生する領域Cに配置されると同時に、窒素酸化物吸着装置41が窒素酸化物を除去する領域Aに配置される。なお、図5においては、領域Cに配置された窒素酸化物吸着装置43を点線で示すとともに、符号42で示している。また、窒素酸化物吸着装置42には、再生剤タンク62から再生剤供給ライン72を介して再生剤が供給され、窒素酸化物吸着装置42を通過した再生剤が再生剤戻りライン82を介して再生剤タンク62に戻されるようになっている。
- [0059] 図5に示す窒素酸化物の除去装置を用いて窒素酸化物を除去する場合、窒素酸化物吸着装置43が窒素酸化物を除去している間に、窒素酸化物吸着装置41が再生される。また、窒素酸化物吸着装置41が窒素酸化物を除去している間に、窒素酸化物吸着装置43が再生される。
- [0060] このように、窒素酸化物吸着装置が複数設けられている場合、複数の窒素酸化物吸着装置のうちの少なくとも1つが窒素酸化物を除去している間に、他の窒素酸化物吸着装置を再生することができ、窒素酸化物の除去と再生とを同時に行うことができるので、連続的に効率よく窒素酸化物の除去を行うことができる。なお、窒素酸化物吸着装置が複数設けられている場合の再生剤供給手段の設置数は、図5に示す例のように、複数であってもよいし、1つであってもよい。また、複数の窒素酸化物吸着装置は、図5に示す例のように、連結されていてもよいが、連結されていなくてもよく、窒素酸化物を除去する領域と、窒素酸化物吸着装置を再生する領域との間を、それ

それぞれ個別に移動可能とされていてもよい。

- [0061] さらに、窒素酸化物吸着装置4が小型の場合には、固体吸着剤をロー・プロファイルのカセット化して取り外し可能なものとするので、カセット化された固体吸着剤を取り外して再生剤中に浸漬させる方法により、固体吸着剤の窒素酸化物を除去できるものとしてもよい。また、固体吸着剤をカセット化して取り外し可能なものとするので、固体吸着剤を交換する必要が生じた場合に、容易に固体吸着剤を交換できるものとなる。
- [0062] さらに、上述した例に示したように、窒素酸化物を含む大気は、窒素酸化物酸化装置2を通過した後、窒素酸化物吸着装置4に供給されることが望ましいが、窒素酸化物を含む大気における窒素酸化物の除去率が低くても問題ない場合や、気体中に含まれる窒素酸化物が、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素から選ばれる一種以上からなる場合には、大気供給ライン1が大気供給ライン3に直接接続され、窒素酸化物酸化装置2を介することなく窒素酸化物を含む大気が窒素酸化物吸着装置4に供給されるようになっていてもよい。
- [0063] 本発明の吸着および再生処理を図6に示す簡略化した除去装置を構成して、その効率について以下に示す試験を行って確認した。
- [0064] 試験においては、内径16mmのガラス容器に、やしらが活性炭（ナカライテスク製、粒子径0.5〜3mm）からなる固体吸着剤を1ml（0.43g）充填して得られた窒素酸化物吸着装置14に、制御装置10を用いて制御することにより、二酸化窒素を1ppm含む温度25℃、湿度100%の空気を、空間速度4800h⁻¹〜48000h⁻¹にて流通させ、窒素酸化物センサー15によって検知された窒素酸化物の濃度から窒素酸化物の除去率を求めた。
- [0065] そして、窒素酸化物除去率が70%となった32h後、窒素酸化物吸着装置14内の固体吸着剤を再生剤（1%亜硫酸ナトリウムを含む水溶液）10mlに30分間浸漬し、固体吸着剤を再生した。その後、空気の流通を再開し、32h毎に合計4回、上記と同様にして固体吸着剤を再生し、上記と同様にして窒素酸化物の除去率を求めた。その結果、本発明の上述した吸着・再生処理により、良好な吸着特性および再生特性が得られることがわかった。

[0066] また、上述した例に示したように、本発明は、大気中含まれる窒素酸化物を除去する際に好ましく適用することができるが、本発明において、窒素酸化物が除去される気体は大気でなくともよく、特に限定されない。

[0067] セクションB: 基本的装置構成および基本的除去方法

図7には、本発明の基本的な構成のうち、窒素酸化物所特性の環境安定性を向上させた窒素酸化物の除去装置の構成を示した概略図を示す。

[0068] 図7に示す窒素酸化物の除去装置は、除去装置内に取り込まれた大気を加湿する加湿手段91と、加湿手段91を通過した大気中含まれる窒素酸化物を酸化する前処理手段92と、前処理手段を通過した大気中含まれる窒素酸化物を吸着する窒素酸化物吸着手段94と、大気を採取して除去装置内に取り込み、除去装置内を通過させ、除去装置外に放出させる大気の圧送ファン93とを備えている。

[0069] 窒素酸化物吸着手段94は、図7に示すように3個の吸着ユニット94aを備えている。吸着ユニット94aは、固体吸着材を容器内に充填してなる固体吸着材層95に大気を通過させることにより、大気中含まれる窒素酸化物を除去するものであり、各々、固体吸着材層95を通過する大気の流れを制御する制御ファン96を備えている。また、3個の吸着ユニット94aは、固体吸着材層95の延在方向(図7における左右方向)と交差する方向(図7における上下方向)に積層されて一体化されている。

[0070] なお、図7に示す例では、3個の吸着ユニット94aが積層されているが、積層される吸着ユニットの数は2個以上であれば何個でもよく、設置場所の条件などに応じて決定することができ、とくに限定されない。

[0071] また、図7に示す窒素酸化物の除去装置は、固体吸着材層95の除去機能が低下した場合に、再生剤を窒素酸化物吸着手段94に供給する再生剤供給手段を備えている。再生剤供給手段は、再生剤を貯留する再生剤タンク97と、再生剤タンク97から各吸着ユニット94aに再生剤を供給する再生剤供給ライン98と、吸着ユニット94aの各々に個別に再生剤を供給するためのバルブ99とを備えている。

[0072] さらに、図7に示す窒素酸化物の除去装置では、再生剤供給ライン98に接続され、各吸着ユニット94aの固体吸着材層95上に再生剤を散布する散布管が、各固体吸着材層95上にそれぞれ備えられ、各固体吸着材層95上に均一に再生剤が供給さ

れるようになっている。

- [0073] また、図7に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物吸着手段94を通過した大気を浄化大気として放出する大気放出ライン中に、窒素酸化物センサー（図示略）が設置されている。窒素酸化物センサーは、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能を検知するものであって、除去装置から放出される浄化大気の窒素酸化物の濃度を管理している。
- [0074] そして、図7に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の濃度を検知した場合に、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能が再生されるようになっている。
- [0075] 加湿手段91としては、大気を加湿できるものであればいかなるものであっても使用でき、例えば、大気に水を噴霧する装置や、水を含むメッシュ状の充填層に大気を通過させる装置などが好適に使用できる。
- [0076] また、前処理手段92は、大気に含まれる窒素酸化物を酸化することにより、大気に含まれる窒素酸化物を二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにするものである。前処理手段92の形態は特に限定されないが、低濃度の窒素酸化物を効果的に酸化することができるオゾン発生による酸化装置であることが好ましい。
- [0077] さらに、図7に示す窒素酸化物の除去装置には、必要に応じて、固体吸着材層95の目づまりを防止する集塵装置などが取り付けられる。
- [0078] 吸着ユニット94aを構成する固体吸着材としては、上述したと同様に、圧力損失を低くおさえる観点から、数mm～数cmの破碎粒子や成型粒子、またはハニカム構造とすることができ、また同様の材料を使用することができる。
- [0079] また、図7に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物吸着手段94に供給される大気の温度制御は特に必要ないが、窒素酸化物を効果的に吸着するために、加湿手段91によって、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上となるようにされている。
- [0080] さらに、図7に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物を効率よく吸着するために、圧送ファン93と制御ファン96とを用いて制御することにより、吸着ユニット94a

に供給される大気の空間速度が、 $1000\sim 200000\text{h}^{-1}$ 、より好ましくは $3000\sim 10000\text{h}^{-1}$ となるようにされている。吸着ユニット94aに供給される大気の空間速度は、除去すべき大気の窒素酸化物の濃度や、固体吸着材の種類、吸着ユニット94aの大きさなどに応じて決定される。

- [0081] 窒素酸化物吸着手段4は、固体吸着材が窒素酸化物で吸着破過することによって徐々に窒素酸化物の除去機能が低下する。しかし、図1に示す窒素酸化物の除去装置では、吸着破過した固体吸着材から再生剤を用いて窒素酸化物を除去することにより、窒素酸化物吸着手段94が再生される。再生剤としては、特に限定されないが、塩基性物質あるいは還元性物質を含む水溶液が好ましく使用される。
- [0082] なお、再生剤として還元性物質を用いる場合は、還元性物質が酸素などによって劣化することを防ぐために、再生剤タンク97内を窒素置換しておくことが望ましい。さらに、固体吸着材を再生する際には、再生剤タンク97だけでなく吸着ユニット94a内も窒素置換しておくことがより好ましい。
- [0083] 次に、このような窒素酸化物の除去装置を用い、大気中に含まれる窒素酸化物を除去する方法について詳細に説明する。
- [0084] 以下に説明する方法によって窒素酸化物が除去される大気としては、特に限定されないが、例えば、数ppm以下の窒素酸化物濃度が問題となっている道路トンネル内や地下駐車場内から採取される大気、あるいは都市幹線道路近傍などから採取される大気などが挙げられる。また、窒素酸化物を含む大気としては、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上であることが望ましい。
- [0085] このような窒素酸化物を含む大気中に含まれる窒素酸化物を除去するには、まず、図7に示すように、圧送ファン93と制御ファン96との動力によって、窒素酸化物を含む大気が除去装置内に取り込まれ、加湿手段91を通過して、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上とされる。ついで、加湿手段91を通過した大気が、前処理手段92に供給され、大気中の窒素酸化物が、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかとされて窒素酸化物吸着手段94に供給される。窒素酸化物吸着手段94に供給された大気は、図7に示す全ての吸着ユニット94aに供給され、制御ファン96の動力によって、固体吸着材層95を通過する大気の流れが全て

の吸着ユニット94aにおいて一定となるように制御される。そして、窒素酸化物吸着手段94を通過することにより、大気中の窒素酸化物が吸着除去され、窒素酸化物センサーにより窒素酸化物濃度が検知されたのち、浄化大気として放出される。

- [0086] このとき、窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知されると、以下に示す窒素酸化物吸着手段94の再生が行われる。
- [0087] 窒素酸化物吸着手段94の再生は、図7に示す全ての弁99を開き、再生剤タンク97から再生剤供給ライン98および散布管を介して、全ての吸着ユニット94aの固体吸着材層91上に再生剤を散布し、固体吸着材から窒素酸化物を除去する方法により行われる。
- [0088] その後、窒素酸化物を含む全ての大気が浄化大気として放出されるまで、窒素酸化物の除去と窒素酸化物の除去機能の再生とが繰り返し行われる。
- [0089] また、上述した窒素酸化物の除去装置および除去方法では、各吸着ユニット94aが、固体吸着材層95を通過する大気の流れを制御する制御ファン96を備えているので、全ての吸着ユニット94aにおいて、固体吸着材層95を通過する大気の流れが一定となるように制御することができる。したがって、窒素酸化物を除去する際に各吸着ユニット94aを通過する窒素酸化物の量を均一にすることができるとともに、固体吸着材層95を通過する大気の流れむらに起因する除去機能の低下を効果的に防ぐことができる。このため、優れた除去効率を得られる。
- [0090] さらに、固体吸着材層95の除去機能が低下した場合に、固体吸着材層95に吸着された窒素酸化物を再生剤によって除去することができる。
- [0091] また、除去機能を検知する窒素酸化物センサーを含み、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の窒素酸化物の濃度を検知した場合に、除去機能が再生されるものであるので、所定の水準以上の窒素酸化物の除去機能を確保することができ、窒素酸化物を除去した後には得られる浄化大気の水質を向上させることができる。
- [0092] なお、本発明の窒素酸化物の除去装置および除去方法においては、上述した例に示したように、窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知された場合に窒素酸化物吸着手段94の再生を行うものとしてもよいが、所定の期間毎に行うものとしてもよい。例えば、本発明の窒素酸化物の除去装置および除去方法を

長期にわたって連続して適用する場合など、メンテナンスのしやすさなどを考慮して、1日1回あるいは、1週間に1回などの周期で再生するようにしてもよい。

[0093] また、再生剤による窒素酸化物の除去は、上述した例に示したように、再生剤を固体吸着材層95上に散布する方法によって行ってもよいが、吸着ユニット94a内などで再生剤中に固体吸着材を浸漬する方法などによって行ってもよい。

[0094] また、上述した例に示したように、窒素酸化物吸着手段94を構成する全ての吸着ユニット94aが、同時に窒素酸化物の除去および窒素酸化物の除去機能の再生を行い、窒素酸化物吸着手段94が、窒素酸化物の除去と窒素酸化物の除去機能の再生とを交互に行ってもよいが、窒素酸化物吸着手段94を構成する吸着ユニット94aのうち一部の吸着ユニット94aが窒素酸化物の除去をしている間に、残りの吸着ユニット94aを再生してもよい。このように、窒素酸化物吸着手段94において窒素酸化物の除去と再生とを同時に行う場合、連続的に効率よく窒素酸化物の除去を行うことができる。しかも、本発明においては、吸着ユニット94aが、固体吸着材層95の延在方向と交差する方向に3個積層されて一体化されているので、窒素酸化物の除去と再生とを同時に行うために、複数の除去装置を用いる場合や複数の窒素酸化物吸着装置を用いる場合と比較して、除去装置内の大気の流れを短くすることができ、大気を通過させる配管スペースが狭くて済む。また、除去装置を設置するための手間が少なく、容易に設置することができる。

[0095] また、上述した例に示したように、各吸着ユニット94aが、制御ファン96を備えているものとすることが望ましいが、制御ファン96を備えていなくてもよい。

[0096] さらに、上述した例に示したように、窒素酸化物を含む大気は、前処理手段92を通過した後、窒素酸化物吸着手段94に供給されることが望ましいが、窒素酸化物を含む大気における窒素酸化物の除去率が低くても問題ない場合や、大気中に含まれる窒素酸化物が、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素から選ばれた一種以上からなる場合には、前処理手段92を設けなくてもよいし、前処理手段92を介することなく窒素酸化物を含む大気が窒素酸化物吸着手段94に供給されるようになっていてもよい。

[0097] さらに、上述した例では、窒素酸化物を含む大気は、加湿手段91を通過した後、

前処理手段92に供給され、前処理手段92を通過した後、窒素酸化物吸着手段94に供給されるものとしたが、前処理手段92を通過した後、加湿手段91に供給され、加湿手段91を通過した後、窒素酸化物吸着手段94に供給されるようになっていてもよい。

- [0098] また、窒素酸化物を含む大気は、各吸着ユニット94aに個別に供給可能な配管などを介して、吸着ユニット94a毎に個別に供給されるようになっていてもよい。
- [0099] また、上述した例に示したように、本発明は、大気中に含まれる窒素酸化物を除去する際に好ましく適用することができるが、本発明において、窒素酸化物が除去される気体は大気でなくてもよく、特に限定されない。
- [0100] また、本発明を構成する吸着ユニットは、図7に示す例のように、水平方向に延在する固体吸着材層を備えた吸着ユニットが鉛直方向に積層されて一体化されているものであってもよいが、図8に示す例のように、鉛直方向に延在する固体吸着材層を備えた吸着ユニットが水平方向に積層されて一体化されているものであってもよい。
- [0101] 図8は、本発明の窒素酸化物の除去装置の他の一例を説明するための概略図である。図8に示した窒素酸化物の除去装置と、図7に示した窒素酸化物の除去装置とは、窒素酸化物吸着手段のみ異なるものであるので、図8においては、窒素酸化物吸着手段100とその周辺部分以外の部分を省略して示している。
- [0102] 図8に示す例では、鉛直方向に延在する固体吸着材層95を備えた吸着ユニット94aが水平方向に積層されているので、再生剤供給ライン98から再生剤を滴下する方法によって、各固体吸着材層95の上側端面から固体吸着材に再生剤が供給されるようになっている。
- [0103] 図8に示す窒素酸化物の除去装置においても、図7に示す窒素酸化物の除去装置と同様に、固体吸着材の除去機能が充分に発揮され、優れた除去効率が得られる。さらに、除去装置内に大気を通過させるための圧力が少なく済み、ランニングコストの低減を図ることができる。
- [0104] また、図8に示す窒素酸化物の除去装置においては、鉛直方向に延在する固体吸着材層95を備えた吸着ユニット94aが水平方向に積層されているので、窒素酸化物吸着手段100を設置するための面積は、積層された吸着ユニット94aの端面の面積

となる。したがって、窒素酸化物の除去装置を設置するための面積が少なく済み、設置スペースの確保が非常に容易となる。この場合、再生処理について考慮し、再生時重力方向の接触面積が低下することにもなり、別途再生処理を横方向からまたはより効率的に上方から行うための別の手段を設けることもできる。

[0105] セクションC: 他の基本構成例

図9は、本発明の窒素酸化物の除去装置の他の基本的な構成を説明する概略図である。図9に示す窒素酸化物の除去装置は、加湿手段91に供給される大気中に含まれる窒素酸化物を酸化する前処理手段92と、窒素酸化物吸着手段4に供給される大気を加湿する加湿手段91と、加湿手段91を通過した大気中に含まれる窒素酸化物を吸着する窒素酸化物吸着手段94と、大気を採取して除去装置内に取り込み、除去装置内を通過させ、除去装置外に放出させる大気の圧送ファン93とを備えている。

[0106] 窒素酸化物吸着手段94は、固体吸着材からなる固体吸着材層95に大気を通過させることにより、大気中に含まれる窒素酸化物を除去するものである。加湿手段91は、図9に示すように窒素酸化物吸着手段94と一体化され、固体吸着材層95と平面的に重なり合っている。

[0107] また、窒素酸化物吸着手段94と加湿手段91とが一体化されてなる本体101は、大気や水の漏洩がなければいかなる材質で形成されたものであってもよく、特に限定されないが、長期にわたって使用可能なものとするために、耐水性や耐候性に優れた材質で形成されることが望ましい。具体的には、本体101を形成する材質として、軟鋼、ステンレス鋼、FRP、PCVなどを例示することができ、耐久性を向上させるために、内壁や外壁にライニングを施すことが望ましい。

[0108] また、図9に示す窒素酸化物の除去装置は、固体吸着材層95の除去機能が低下した場合に、再生剤を窒素酸化物吸着手段94に供給する再生剤供給手段を備えている。再生剤供給手段は、再生剤を貯留する再生剤タンク97と、再生剤タンク97から窒素酸化物吸着手段94に再生剤を供給する再生剤供給ライン98と、再生剤供給ライン98に接続され、固体吸着材層95上に再生剤を散布する散布管102とを備えたものであり、固体吸着材層95上に均一に再生剤を供給できるようにされたものである。

る。

- [0109] また、図9に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物吸着手段94を通過した大気を浄化大気として放出する大気放出ライン中に、窒素酸化物センサー（図示略）が設置されている。窒素酸化物センサーは、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能を検知するものであって、除去装置から放出される浄化大気の窒素酸化物の濃度を管理するものである。
- [0110] そして、図9に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の濃度を検知した場合に、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能が再生されるようになっている。
- [0111] 加湿手段91としては、メッシュ状の充填材からなる充填層103と、充填層103の下層に設けられ、加湿手段91内を循環させる循環水を貯留する水タンク104と、循環水を水タンクから充填層103に供給する水供給ライン105とを備えたものが使用される。この加湿手段91では、水タンクから水供給ライン105を介して充填層103に水を供給して、加湿手段91に大気を通過させることにより大気の湿度を上昇させるようになっている。そして、図9に示す窒素酸化物の除去装置では、加湿手段91を通過して窒素酸化物吸着手段94に供給される大気は、窒素酸化物を効果的に吸着させるために、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上とされることが好ましい。
- [0112] また、前処理手段92は、大気に含まれる窒素酸化物を酸化することにより、大気に含まれる窒素酸化物を二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにするものである。前処理手段92の形態は特に限定されないが、低濃度の窒素酸化物を効果的に酸化することができるオゾン発生による酸化装置であることが望ましい。そして、図9に示すように、前処理手段92で発生したオゾンが加湿手段91を通過する前の大気中に供給されるようになっていることが望ましい。
- [0113] さらに、図9に示す窒素酸化物の除去装置は、必要に応じて、固体吸着材層95などの目づまりを防止する集塵機能を備えていてもよい。
- [0114] 固体吸着材層95を構成する固体吸着材としては、上述したサイズ、特性および材料から、適宜選択して使用することができ、また、空間速度についても $1000\sim 2000\text{ h}^{-1}$ 、より好ましくは $3000\sim 100000\text{ h}^{-1}$ との範囲で適宜選択することができる。

- [0115] 窒素酸化物吸着手段94は、固体吸着材が窒素酸化物で吸着破過することによって徐々に窒素酸化物の除去機能が低下する。しかし、図9に示す窒素酸化物の除去装置では、吸着破過した固体吸着材から再生剤を用いて窒素酸化物を除去することにより、窒素酸化物吸着手段94が再生される。このための再生装置及び再生方法は、特に限定されるものではないが、再生剤としては、上述した塩基性物質あるいは還元性物質を含む水溶液が好ましく使用される。
- [0116] このような窒素酸化物を含む大気中に含まれる窒素酸化物を除去するには、まず、図9に示すように、圧送ファン93の動力によって、窒素酸化物を含む大気が除去装置内に取り込まれ、大気中の窒素酸化物が、前処理手段92から供給されるオゾンによって、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかとされて加湿手段91に供給される。加湿手段91に供給された大気は、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上とされて窒素酸化物吸着手段94に供給される。窒素酸化物吸着手段94に供給された大気は、固体吸着材層95を通過することにより、大気中の窒素酸化物が吸着除去され、窒素酸化物センサーにより窒素酸化物濃度が検知されたのち、浄化大気として放出される。
- [0117] このとき、窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知されると、以下に示す窒素酸化物吸着手段94の再生が行われる。
- [0118] 窒素酸化物吸着手段94の再生は、再生剤タンク97から再生剤供給ライン98および散布管を介して、固体吸着材層95上に再生剤を散布し、固体吸着材から窒素酸化物を除去する方法により行われる。再生剤供給ライン98と散布間との間にはバルブ99が配設されていて、再生処理が要求されると、バルブ99が開かれて、再生剤が供給される。再生時に使用した使用済みの再生剤、すなわち固体吸着材層95を通過した後の再生剤は、固体吸着材層95の下層に配置された充填層103を通過して水タンク104に供給され、循環水として再利用される。
- [0119] そして、窒素酸化物吸着手段94の再生後、窒素酸化物を含む全ての大気が浄化大気として放出されるまで、窒素酸化物の除去と窒素酸化物の除去機能の再生とが繰り返し行われる。
- [0120] 図9に示した窒素酸化物の除去装置によれば、加湿手段91が、固体吸着材層95

と平面的に重なり合うように窒素酸化物吸着手段94と一体化されているので、除去装置と別個に加湿手段が設けられている場合と比較して、除去装置を容易に設置することができる。また、除去装置を設置する際に必要なスペースが少なく済む。さらに、除去装置と加湿手段とを連結用の配管ダクトで連結する必要があるないので、除去装置内に大気を通過させるための圧力が、連結用の配管ダクト内で損失することはなく、除去装置内に大気を通過させるための圧力が少なく済み、ランニングコストの低減を図ることができる。また、連結用の配管ダクトを設置するための手間もかからない。さらに、除去装置と別個に加湿手段を設ける必要はなく、除去装置と別個に加湿手段が設けられている場合と比較して、除去装置を容易に設置することができる。

[0121] しかも、加湿手段91を通過した大気が窒素酸化物吸着装置94に供給されるので、除去装置内に取り込まれる大気の湿度にかかわらず、固体吸着材層95を構成する固体吸着材の表面で窒素酸化物の水和反応が生じ、窒素酸化物が亜硝酸あるいは硝酸となる。このため、固体吸着材層95による窒素酸化物の吸着量が増大し、窒素酸化物が固体吸着材層95に吸着されやすくなり、効率よく大気中に含まれる窒素酸化物を除去することができるものとなる。

[0122] また、固体吸着材層95の除去機能が低下した場合に、固体吸着材層95に吸着された窒素酸化物を再生剤によって除去することができる。

[0123] さらに、加湿手段91内を循環させる循環水を貯留する水タンク104が備えられ、再生剤が固体吸着材層95上に供給されることにより、固体吸着材層95を通過した再生剤が、水タンク104に供給されるので、除去機能の再生に利用した再生剤を、循環水として再利用することができる。

[0124] さらに、除去機能を検知する窒素酸化物センサーを含み、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の窒素酸化物の濃度を検知した場合に、除去機能が再生されるものであるので、所定の水準以上の窒素酸化物の除去機能を確保することができ、窒素酸化物を除去した後得られる浄化大気の品質を向上させることができる。

[0125] また、加湿手段91に供給される大気中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理手段92を備えているので、効率よく大気中に含まれる窒素酸化物を除去することができる。

- [0126] また、前処理手段92が、オゾンを用いて酸化するものであるので、加湿手段91に供給される大気中に含まれる窒素酸化物を、効率よく酸化することができる。しかも、加湿手段91に供給される大気が、前処理手段92における酸化反応に利用されなかった余剰オゾンを含んでいたとしても、余剰オゾンが加湿手段91内で分解されるので、余剰オゾンに起因する固体吸着材の劣化を抑止することができる。
- [0127] また、前処理手段92で発生したオゾンが加湿手段91を通過する前の大気中に供給されるようになっているので、前処理手段として、前処理装置内に大気を通過させることによって大気中に含まれる窒素酸化物を酸化させる手段を用いる場合と比較して、除去装置を設置する際に必要なスペースが少なく済む。さらに、前処理手段を構成する前処理装置内に大気を通過させる場合と比較して、除去装置内に大気を通過させるための圧力も少なく済む。
- [0128] また、図9に示した本発明の窒素酸化物の除去装置においては、上述した例に示したように、加湿手段91と固体吸着材層95とが平面的に完全に重なり合うものとするのが望ましいが、加湿手段91が固体吸着材層95の少なくとも一部と平面的に重なり合うように窒素酸化物吸着手段94と一体化されていればよく、重なり合う領域の大きさは、設置スペースなどに応じて決定でき、特に限定されない。また、加湿手段91を構成する充填層103と固体吸着材層95との平面的な面積は、上述した例に示したように同じであってもよいが、異なってもよく、設置スペースなどに応じて決定でき、特に限定されない。
- [0129] また、再生剤による窒素酸化物の除去は、上述した例に示したように、再生剤を固体吸着材層95上に散布する方法などによって行ってもよいが、本体101内などで再生剤中に固体吸着材を浸漬する方法などによって行ってもよい。
- [0130] また、加湿手段91としては、上述した例に示したものを使用することができるが、他の加湿手段を使用してもよく、例えば、大気に水を噴霧するなどして湿度を上昇させる装置などを使用することもでき、特に限定されない。
- [0131] セクションD:本発明の窒素酸化物の除去装置および方法の好ましい実施の形態
- [0132] 以下、図面を参照して本発明の窒素酸化物の除去装置および方法の好ましい実施の形態を詳細に説明する。図10は、本発明の窒素酸化物の除去装置の概略図で

あり、図11は、吸着ユニットの構造を説明するための概略図である。なお、図11においては、図面を見やすくするために収納部底板および固体吸着材層を示していない。

[0133] 図10に示す窒素酸化物の除去装置は、除去装置内に取り込まれた大気を加湿する加湿手段91と、加湿手段91を通過した大気中含まれる窒素酸化物を酸化する前処理手段92と、前処理手段を通過した大気中含まれる窒素酸化物を吸着する窒素酸化物吸着手段94と、大気を採取して除去装置内に取り込み、除去装置内を通過させ、除去装置外に放出させる大気の圧送ファン93とを備えている。

[0134] なお、圧送ファン93を設ける位置は、加湿手段91の前や、加湿手段91と前処理手段92との間としてもよく、吸着ユニット94a内に大気を通過させることができればよく、特に限定されない。

[0135] 窒素酸化物吸着手段94は、図10に示すように3個の吸着ユニット94aを備えている。吸着ユニット94aは、固体吸着材からなる固体吸着材層95に大気を通過させることにより、大気中含まれる窒素酸化物を除去するものであり、各々、固体吸着材層95を通過する大気の流れを制御する制御ファン96を備えている。また、3個の吸着ユニット94aは、鉛直方向に積層されて一体化されており、図10においては、各吸着ユニット94aの上端と下端とを点線で示している。

[0136] なお、図10に示す例では、3個の吸着ユニット94aが積層されているが、積層される吸着ユニットの数は2個以上であれば何個でもよく、設置場所の条件などに応じて決定することができ、とくに限定されない。

[0137] また、図10に示す窒素酸化物の除去装置は、固体吸着材層95の除去機能が低下した場合に、再生剤を窒素酸化物吸着手段94に供給する再生剤供給手段を備えている。再生剤供給手段は、再生剤を貯留する再生剤タンク97と、再生剤タンク97から各吸着ユニット94aに再生剤を供給するとともに、使用した再生剤を各吸着ユニット94aから再生剤タンク97に戻す再生剤供給ライン98と、吸着ユニット94aの各々に個別に再生剤を供給するための供給弁106と、吸着ユニット94aに供給された再生剤を吸着材収納部107および気体整流部108内に溜める際に閉じられる排出弁109とを備えている。

- [0138] さらに、図10に示す窒素酸化物の除去装置では、吸着材収納部107および気体整流部108が水密性を有し、再生時に、再生剤供給ライン98から供給される再生剤を吸着材収納部107および気体整流部108内に溜めることができ、固体吸着材層95を再生剤中に浸漬できるようになっている。
- [0139] また、図10に示す窒素酸化物の除去装置では、窒素酸化物吸着手段94を通過した大気を浄化大気として放出する大気放出ライン中に、窒素酸化物センサー（図省略）が設置されている。窒素酸化物センサーは、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能を検知するものであって、除去装置から放出される浄化大気の窒素酸化物の濃度を管理するものである。
- [0140] そして、図10に示す窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物センサーが所定濃度以上の濃度を検知した場合に、窒素酸化物吸着手段94の窒素酸化物の除去機能が再生されるようになっている。
- [0141] 加湿手段91としては、大気を加湿できるものであればいかなるものであっても使用でき、例えば、大気に水を噴霧する装置や、水を含むメッシュ状の充填層に大気を通過させる装置などが好適に使用できる。
- [0142] また、前処理手段92は、大気に含まれる窒素酸化物を酸化することにより、大気に含まれる窒素酸化物を二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにするものである。前処理手段92の形態は特に限定されないが、低濃度の窒素酸化物を効果的に酸化することができるオゾン発生による酸化装置であることが好ましい。
- [0143] さらに、図10に示す窒素酸化物の除去装置には、必要に応じて、固体吸着材層95の目づまりを防止する集塵機能などを備えてもよく、例えば前処理装置92を、電気集塵機として窒素酸化物の酸化と同時に集塵を行うこともできる。
- [0144] また、図10に示した固体吸着材層95の厚みは、特に限定されないが10～50cmの範囲であることが望ましく、15～30cmの範囲であることがより望ましい。固体吸着材層95の厚みが50cmを越えると、圧力損失が大きくなるため好ましくない。また、固体吸着材層95の厚みを10cm未満とすると、除去機能が十分に得られない恐れが生じるため好ましくない。

- [0145] 吸着ユニット94aは、図10および図11に示すように、内部に固体吸着材層95が設けられている吸着材収納部107と、固体吸着材層95を通過する大気を整流する気体整流部108と、吸着ユニット94aを積層したときに、ユニット本体111の下に配置される他の吸着ユニット94aの固体吸着材層95を通過する大気を整流する下段ユニット用整流部110とを備えている。
- [0146] 図10および図11に示すように、ユニット本体111は、図11に示すように、入口側上部112aと下段ユニット用整流部110への気体入口112cが設けられた入口側下部112bとを有する入口側面112と、入口側面112に対向して配置され、出口側上部113aと下段ユニット用整流部110からの気体出口113cが設けられた出口側下部113bとを有する出口側面113と、入口側面112および出口側面113と交差する方向に設けられた2つの側面114とを備えた平面視矩形のロー・プロファイル形状とされている。
- [0147] また、図10および図11に示すように、吸着ユニット94a内に、均一に大気を流すために、気体入口112cは、入口側面112の全幅に渡って設けられ、気体出口113cは、出口側面113の全幅に渡って設けられている。
- [0148] 出口側面113の出口側上部113aには、開閉可能な開口部113eが設けられ、吸着ユニット94aを積層した状態でも、出口側面113から固体吸着材を出し入れすることができるようになっている。したがって、固体吸着材層95を、吸着ユニット94aを積層する前に形成することもできし、吸着ユニット94aを積層した後に形成することもできる。また、固体吸着材層95を形成した後に、必要に応じて固体吸着材の交換を行うこともできる。
- [0149] 入口側面112と出口側面113との間には、収納部境界壁107bが配置され、収納部境界壁107bの下端107cから出口側上部113aに向かって収納部底板107dが水平に配置され、収納部境界壁107bと収納部底板107dと出口側上部113aとに囲まれた吸着材収納部107を形成している。
- [0150] 収納部底板107dは、固体吸着材の粒径よりも小さい孔を有するものであり、金属などからなる網目状のものが使用される。また、収納部底板107dは、図11に示されるように、吸着材収納部107の内壁に沿って内側に向かって張り出した支持部材1

07eに、収納部底板107dの縁部を載置することによって支持されている。

- [0151] また、図11において、符号115は、整流部底を示している。整流部底115は、図11に示すように、入口側上部112aと入口側下部112bとの境界である入口側境界112dよりも下であって、なおかつ、出口側境界113dよりも下に、水平に配置されている。
- [0152] さらに、ユニット本体111には、図11に示すように、入口側境界112dから整流部底115まで延びる入口側底板115aと、出口側境界113dから整流部底115まで延びる出口側底板115bとが備えられている。
- [0153] そして、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとによって、気体整流部108と下段ユニット用整流部110とが分離され、図10に示すように、ユニット本体111内を通過する大気と、ユニット本体111の下に配置される他の吸着ユニット94a内を通過する大気とが仕切られるようになっている。
- [0154] また図11に示すように、整流部底115は、収納部底板107dと平行な平面であり、図10に示すように、再生時に、吸着材収納部107および気体整流部108内に溜められる再生剤を排出する排出口117が設けられている。排出口117は、図10に示すように、再生剤供給ライン98によって再生剤タンク97に接続され、再生時に使用した再生剤が再生剤タンク97に戻されるようになっている。また、排水口117からの再生剤の排出は、吸着ユニット94aの各々に個別に備えられている排出弁109によって、各吸着ユニット94a毎に個別に行うことができるようにされている。
- [0155] さらに、整流部底115は、図11に示されるように、収納部境界壁107bと平面的に重なり合うように配置され、吸着ユニット94aを積層したときに、整流部底115と、ユニット本体111の下に配置される他の吸着ユニット94aの収納部境界壁107bの上端107aとが重なり合うようになっている。
- [0156] また、入口側底板115aと入口側上部112aとのなす角度 θ は、 90° ～ 180° の範囲であることが望ましく、 120° ～ 150° の範囲であることがより望ましい。入口側底板115aと入口側上部112aとのなす角度 θ が 90° 未満である場合や、角度 θ が、 180° を越える場合、気体整流部108内や、下段ユニット用整流部110内を通過する大気に対する整流効果が十分に得られない恐れが生じる。
- [0157] また、整流部底115と出口側底板115bとの境界から収納部底板107dまでの長さ

Aと、整流部底115と出口側底板115bとの境界から出口側面113までの長さBとの比A:Bが、1:1〜1:10の範囲であることが望ましく、1:2〜1:5の範囲であることがより望ましい。上述した比A:Bが、1:1未満である場合や、1:10を越える場合、気体整流部108内を通過する大気に対する整流効果が十分に得られない恐れが生じる。

[0158] また、図10に示す用に、本発明の窒素酸化物の除去装置は、窒素酸化物吸着手段94の最上部を構成する吸着ユニット94aの上に蓋116が備えられている。蓋116は、図10に示すように、天板116aの下に吸着ユニット94aの収納部底板107dの下側部と同様の形状を備えた下側部116bを有していて、最上部を構成する吸着ユニット94aを通過する気体の流路が、その他の吸着ユニット94aを通過する気体の流路と同じ形状となるようになっている。

[0159] また、ユニット本体111および蓋116は、軟鋼、ステンレス鋼、FRP、PCVなどによって形成することができ、単一の材料で形成してもよいし、複数の材料からなるものとしてもよく、特に限定されない。

[0160] また、図10に示す窒素酸化物の除去装置の湿度条件、吸着材、再生剤、並びに流速などについては、上述した範囲の材料または条件から適宜選択して使用することができる。

[0161] このような窒素酸化物を含む大気中に含まれる窒素酸化物を除去するには、まず、図10に示すように、圧送ファン93と制御ファン96との動力によって、窒素酸化物を含む大気が除去装置内に取り込まれ、加湿手段91を通過して、湿度が60%以上、より好ましくは80%以上とされる。ついで、加湿手段91を通過した大気が、前処理手段92に供給され、大気中の窒素酸化物が、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかとされて窒素酸化物吸着手段94に供給される。窒素酸化物吸着手段94に供給された大気は、図10に示す全ての吸着ユニット94aに供給され、制御ファン96の動力によって、固体吸着材層95を通過する大気の手数が全ての吸着ユニット94aにおいて一定となるように制御される。そして、窒素酸化物吸着手段94を通過することにより、大気中の窒素酸化物が吸着除去される。

[0162] このとき、図10に示す除去装置では、以下に示すように、固体吸着材層95を通過する大気が流される。すなわち、図11に示すように、入口側底板115aの形状は、入

口側境界107dから整流部底115に向かって斜め下向きに、出口側底板115bの形状は、整流部底115から出口側境界113dに向かって斜め上向きになっている。また、図10に示す吸着ユニット94aのうち下の2つの吸着ユニット94aにおいては、上下に隣接する吸着ユニット94aを構成する整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとによって形成される空間の全体が吸着ユニット94aを通過する気体の流路となっている。また、最も上の吸着ユニット94aにおいては、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bと、蓋116とによって形成される空間の全体が吸着ユニット94aを通過する大気の流路を画成している。

[0163] したがって、各吸着ユニット94aを通過する大気は、気体入口112cから供給され、図10において矢印で示すように、入口側底板115aによって入口側境界112dから整流部底115に向かって斜め下向きに流され、出口側底板115bによって整流部底115から出口側境界113dに向かって斜め上向きに流され、固体吸着材層95を通過して気体出口113cより放出される。

[0164] このようにして窒素酸化物吸着手段94を通過した大気は、窒素酸化物センサーにより窒素酸化物濃度が検知されたのち、浄化大気として放出される。このとき、窒素酸化物センサーにより所定濃度以上の窒素酸化物が検知されると、以下に示す窒素酸化物吸着手段94の再生が行われる。

[0165] 窒素酸化物吸着手段94の再生は、図10に示す全ての供給弁106を開き、全ての排出弁109を閉じて、再生剤を再生剤タンク97から再生剤供給ライン98を介して供給し、全ての吸着ユニット94aの吸着材収納部107および気体整流部108内に再生剤を溜めて固体吸着材から窒素酸化物を除去した後、全ての供給弁106を閉じ、全ての排出弁109を開けて、使用した再生剤を排出口117から排出し再生剤供給ライン98によって再生剤タンク97に戻す方法により行われる。

[0166] その後、窒素酸化物を含む全ての大気が浄化大気として放出されるまで、窒素酸化物の除去と窒素酸化物の除去機能の再生とが繰り返し行われる。

[0167] 図10および図11に示した窒素酸化物の除去装置および除去方法によれば、ロー・プロファイルの吸着ユニット94aが3個積層されて一体化されているので、吸着ユニット94aを固体吸着材層95の延在方向に3個並べて設置した場合と比較して、固体

吸着材層95を設置するための面積を3分の1にすることができ、除去装置の設置スペースの確保が容易なものとなる。しかも、固体吸着材層95上の面積が、吸着ユニット94aを固体吸着材層95の延在方向に3個並べて設置した場合と同等となるので、吸着ユニット94aを固体吸着材層95の延在方向に3個並べて設置した場合と比較して、窒素酸化物の除去機能が低下することではなく、固体吸着材の除去機能を十分に発揮させることができ、優れた除去効率が得られる。さらに、各固体吸着材層95の面積が3分の1となるので、除去装置内に大気を通過させるための圧力が少なくて済み、ランニングコストの低減を図ることができ、かつ高効率に窒素酸化物を含む気体を固体吸着材層95へと供給することができ、高い吸着効率を達成することができ、また、再生液に対しての重力方向の接触面積が広がるので、より再生処理の効率を向上させることができる。

[0168] さらに、ユニット本体が、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとを備えているので、各吸着ユニット94aを通過する大気が、入口側底板115aによって入口側境界112dから整流部底115に向かって斜め下向きに流れ、出口側底板115bによって整流部底115から出口側境界113dに向かって斜め上向きに流れ、固体吸着材層95を通過する。

[0169] その結果、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとが全て固体吸着材層95と平行に配置されている場合と比較して、吸着ユニットを通過する気体の流れが乱れにくく、固体吸着材層95を通過する気体の流れやすくなる。また、速度の均一化が図られるので、除去装置内に気体を通過させるための圧力が非常に少なくて済み、さらに、本発明においては、制御ファン96に代えて風量調整ダンパーを用いてもよい。

[0170] また、下段ユニット用整流部110は、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとによって気体整流部108と分離されているので、再生時に再生剤が供給されない。したがって、整流部底115と入口側底板115aと出口側底板115bとが全て固体吸着材層95と平行に配置されている場合と比較して、再生剤の使用量を削減することができる。

[0171] なお、本発明の窒素酸化物の除去装置および除去方法においては、上述した例

に示したように、窒素酸化物吸着手段94の最上部を構成する吸着ユニット94aの上に、天板116aの下に吸着ユニット94aの収納部底板107dから下と同様の形状を備える蓋116を配置し、最上部を構成する吸着ユニット94aを通過する気体の流路が、その他の吸着ユニット94aを通過する気体の流路と同じ形状となるようにすることが望ましいが、窒素酸化物吸着手段94の最上部を構成する吸着ユニット94aの上に、天板116aのみからなる蓋を設けてもよいし、他の形状を有する蓋を設けてもよい。

- [0172] また、上述した例に示したように、窒素酸化物吸着手段94を構成する全ての吸着ユニット94aが、同時に窒素酸化物の除去および窒素酸化物の除去機能の再生を行い、窒素酸化物吸着手段94が、窒素酸化物の除去と窒素酸化物の除去機能の再生とを交互に行ってもよいが、本発明の他の態様では、複数の吸着ユニット94aを使用していることから、窒素酸化物吸着手段94を構成する吸着ユニット94aのうち一部の吸着ユニット94aが窒素酸化物の除去をしている間に、残りの吸着ユニット94aを再生してもよい。このように、窒素酸化物吸着手段94において窒素酸化物の除去と再生とを同時に行う場合、連続的に効率よく窒素酸化物の除去を行うことができる。
- [0173] さらに、上述した例では、窒素酸化物を含む大気は、加湿手段91を通過した後、前処理手段92に供給され、前処理手段92を通過した後、窒素酸化物吸着手段94に供給されるものとしたが、前処理手段92を通過した後、加湿手段91に供給され、加湿手段91を通過した後、窒素酸化物吸着手段94に供給されるようになっていてもよい。
- [0174] また、窒素酸化物を含む大気は、各吸着ユニット94aに個別に供給可能な配管などを介して、吸着ユニット94a毎に個別に供給されるようになっていてもよい。
- [0175] 図12は、本発明の充填装置を使用して粒状物が充填される吸着ユニットの第2の実施の形態を例示した図である。図12に示す吸着ユニットは、吸着ユニット自体に開口またはノズルがないものの、同様の吸着ユニットを上下に重ね合わせることで2つの開口を形成することができる吸着ユニットである。図12では、2つの吸着ユニット120、130が上下に重ね合わされたところが表示されている。図12に示す吸着ユニット120、130は、上部が開放されており、底部121に2つの傾斜が形成されていて、同じ吸着ユニットを上下に2つ重ね合わせることで、上側吸着ユニット120の底部12

1の2つの傾斜と、下側吸着ユニット130とによって2つの開口131を形成している。図12では、1つの開口131のみが示されている。吸着ユニット120、130は、例えば、吸着ユニットとして使用することができ、この場合、内部に仕切板122を備え、この仕切板122により、1つの開口に連続するガス流入部123と、他の開口に連続する吸着材を充填するための吸着材充填部124とが形成され、底部121に、ガス流入部123と吸着材充填部124とを連絡するガス流路部125が形成される。なお、上記1つの開口および他の開口は、上側吸着ユニット120の上部に同様の吸着ユニットをさらに重ね合わせることで、ガス流入部123上および吸着材充填部124上に形成される。

[0176] 図12に示す吸着ユニット120は、形成された1つの開口からガスを流入させ、ガス流入部123、ガス流路部125、吸着材充填部124を通して、他の開口から排出される。例えば、吸着材充填部124は、支持部124aと、支持部124aによって支持される図示しない多孔板とを備え、多孔板上に吸着材が充填される。図12に示す吸着ユニット120、130は、2段に限らず、数段に重ね合わせて使用することができる。

[0177] 図12に示す吸着ユニット120について詳述すると、2対の対向する側板126a、126b、127a、127bと、仕切板122と、所定の傾斜を形成する2つの傾斜板128a、128bと、底板129と、上記支持部124a、上記多孔板とから構成される。2対の対向する側板126a、126b、127a、127bは、対向する側板同士が同じ大きさとされており、1対の側板126a、126bの鉛直方向の長さが、他の1対の側板127a、127bの鉛直方向の長さより短くされ、これらの側板126a、126b、127a、127bの上端が揃えられ、かつ2つの傾斜板128a、128bを備えることにより、下側吸着ユニット130を重ね合わせた場合、2つの開口131を形成することができる。仕切板122は、この鉛直方向への長さが短くされた1対の側板126a、126bと平行で、この1対の側板126a、126bの間に離間して配設される。2対の側板126a、126b、127a、127bの上端と仕切板122の上端とは揃えられ、さらに上側に同様の吸着ユニットが配置される場合、その底部が、仕切板122の上端に隣接される。鉛直方向への長さが短くされた1対の側板126a、126bに連続し、仕切板132の下に流路を形成するように2つの傾斜板128a、128bが接合される。この2つの傾斜板128a、128bは、底板129によって接続される。

[0178] 吸着材充填部124は、仕切板122と、1対の側板127a、127bと、側板126bとによって形成される。仕切板122の下部、各側板126b、127a、127bの所定位置に支持部124aが配設され、支持部124a上に図示しない多孔板が載置される。多孔板は、吸着材が通り抜けにくい多数の穴が設けられている。なお、吸着ユニット130も、吸着ユニット120と同様の構成とされている。

[0179] 図12に示す上下に2つ重ね合わせた吸着ユニット120、130では、1つの開口を通り、上側吸着ユニット120の1つの傾斜板128aと1対の側板127a、127bとによって形成される空間を通して下側吸着ユニット130内にガスが供給される。次に、上側吸着ユニット120の側板126aに対応する下側吸着ユニット130の側板132aと、上側吸着ユニット120の他の1対の側板127a、127bに対応する下側吸着ユニット130の1対の側板133a、133bと、上側吸着ユニット120の仕切板123に対応する下側吸着ユニット130の仕切板とによって形成されるガス流入部へと送られる。さらに次に、1対の側板133a、133bと、上側吸着ユニット120の2つの傾斜板128a、128bに対応する下側吸着ユニット130の2つの傾斜板と、上側吸着ユニット120の底板129に対応する下側吸着ユニット130の底板とによって形成されるガス流路部へと送られる。次にガスは、下側吸着ユニット130の多孔板を通り、吸着材間を通り、上側吸着ユニットの1対の側板127a、127bと傾斜板128bとによって形成される空間を通り、他の開口131を通して排出される。

[0180] 図12に示す吸着ユニット120、130には、吸着材を充填することができるが、例えば、この吸着ユニット120、130を、窒素酸化物を吸着除去するために使用する場合、吸着材として、やしごら活性炭、ピッチ系活性炭、PAN系活性炭、炭素繊維、木炭、フラーレン、カーボンナノチューブ、活性白土、アルミナ、ゼオライト、シリカ、マグネシア、チタニアなどの所定粒子径のものを充填することができる。充填物としては、上述したセラミックボールなどを充填することができる。また、ガス流入部に近隣した1つの傾斜板128aの傾斜角は、水平方向に対して 40° ～ 60° 、好ましくは 45° とすることができ、他の傾斜板128bの傾斜角は、鉛直方向への仕切板122と底板129との距離と、水平方向への仕切板122と吸着材充填部124を形成する側板126bとの距離との比が、 $1:1 \sim 1:10$ 、好ましくは $1:2 \sim 1:5$ とすることができる。ガスの流れに対

する圧力損失を小さくし、吸着材層を均一にガスが通るようにするためには、吸着ユニット底の形状は、2つの傾斜板128a、128bから構成するものではなく、なめらかな曲面であるほうが好ましいが、曲面にした場合、下側吸着ユニット130に流入するガス、および、排出されるガスの流路面積が小さくなるため、上記角度の傾斜を有する2つの傾斜板128a、128bを備える構成が好ましい。なお、上記範囲に形成することで、ガス流路部において、このガス流路部を通過するガスに対する整流効果を十分に得ることができる。

産業上の利用可能性

- [0181] 本発明によれば、気体中に含まれる窒素酸化物を除去する方法および窒素酸化物の除去装置に関し、特に、大気中に含まれる窒素酸化物を効率よく除去することができる窒素酸化物の除去方法および前記除去方法を行う場合に好適に使用することができる窒素酸化物の除去装置を提供することができる。

請求の範囲

- [1] 気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、
固体吸着材層に前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する吸着ユニットを有する窒素酸化物吸着手段を備え、
前記吸着ユニットは、収納部境界壁と収納部底板と出口側上部とに囲まれ、内部に前記固体吸着材層が設けられている吸着材収納部と、
前記固体吸着材層を通過する気体を整流する気体整流部とを備えたロー・プロファイルのユニット本体とを有し、
前記ユニット本体は、入口側面と、
前記入口側面に対向して配置され、前記出口側上部と出口側下部とを有する出口側面と、
前記入口側面と前記出口側面との間に配置された前記収納部境界壁と、
前記収納部境界壁の下端から前記出口側上部に向かって水平に配置された前記収納部底板と、
前記出口側上部と前記出口側下部との境界である出口側境界よりも下に水平に配置された前記整流部底と、
前記入口側面から前記整流部底まで延びる前記入口側底板と、
前記出口側境界から前記整流部底まで延びる前記出口側底板とを備えることを特徴とする窒素酸化物の除去装置。
- [2] 前記入口側面は、入口側上部と入口側下部とを有し、
前記整流部底は、前記入口側上部と前記入口側下部との境界である入口側境界よりも下に配置され、
前記入口側底板は、前記入口側境界から前記整流部底まで延びることを特徴とする請求項1に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [3] 前記窒素酸化物吸着手段は、吸着ユニットが鉛直方向に複数個積層されて一体化されており、
前記ユニット本体は、前記整流部底と前記入口側底板と前記出口側底板とによって前記気体整流部と分離され、前記吸着ユニットを積層したときに下に配置される他

の吸着ユニットの前記気体整流部となる下段ユニット用整流部を備え、

前記入口側下部には、前記下段ユニット用整流部への気体入口が設けられ、

前記出口側下部には、前記下段ユニット用整流部からの気体出口が設けられていることを特徴とする請求項2に記載の窒素酸化物の除去装置。

- [4] 前記入口側底板と前記入口側上部とのなす角度 θ が、 $90^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で傾斜していることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [5] 前記整流部底と前記出口側底板との境界から前記収納部底板までの長さAと、前記境界から前記出口側面までの長さBとの比A:Bが、 $1:1 \sim 1:10$ の範囲であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [6] 前記整流部底と前記収納部境界壁とが平面的に重なり合うことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [7] 前記吸着ユニットを積層したときに、上に配置された前記吸着ユニットの前記整流部底と下に配置された前記吸着ユニットの前記収納部境界壁の上端とが重なり合うことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [8] 前記固体吸着材層の除去機能が低下した場合に、再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段を備え、
前記固体吸着材層に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることにより、低下した前記除去機能が再生されることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [9] 前記吸着材収納部および前記気体整流部が、水密性を有することを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [10] 前記再生剤供給手段が、前記吸着ユニットの各々に個別に前記再生剤を供給可能なものとされていることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [11] 前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チ

オ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことを特徴とする請求項8から請求項10のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。

- [12] 気体中に含まれる窒素酸化物の除去装置であって、
窒素酸化物吸着手段を構成する前記複数のロー・プロファイルの固体吸着剤層を備えた吸着ユニットと、
前記吸着ユニットの前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤層の大面积側に前記気体を供給するための気体整流手段とを備えることを特徴とする、窒素酸化物の除去装置。
- [13] 気体中に含まれる窒素酸化物の除去方法であって、
窒素酸化物吸着手段を構成する前記複数のロー・プロファイルの固体吸着剤層を備えた吸着ユニットに対して前記気体を、前記吸着ユニットの前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤層の大面积側に前記気体を供給するための気体整流手段を介して導入する工程と、
前記固体吸着剤により前記窒素酸化物を選択的に除去する工程とを含む
窒素酸化物の除去方法。
- [14] 気体中に含まれる窒素酸化物を除去する方法であって、
窒素酸化物を吸着して除去するロー・プロファイルの固体吸着剤を含む窒素酸化物吸着手段に、前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤の大面积側に選択的に前記気体を供給する気体整流手段を介して前記気体を供給することにより前記気体中に含まれる窒素酸化物を除去する除去工程と、
前記除去工程によって低下した前記窒素酸化物吸着手段の前記窒素酸化物の除去機能を、塩基性物質あるいは還元性物質を含む再生剤によって前記固体吸着剤が吸着した窒素酸化物を除去することにより再生する再生工程とを含むことを特徴とする窒素酸化物の除去方法。
- [15] 窒素酸化物センサーにより前記除去機能を検知する検知工程を含み、前記検知工程において除去機能の低下が検知された場合に、前記再生工程を行うことを特徴と

する請求項14に記載の窒素酸化物の除去方法。

- [16] 前記窒素酸化物吸着装置と前記再生剤を貯留する再生剤タンクとの間で、前記再生剤を循環させることを特徴とする請求項14または請求項15に記載の窒素酸化物の除去方法。
- [17] 前記除去工程の前に、前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理工程を含むことを特徴とする請求項14～請求項16のいずれか1項に記載の窒素酸化物の除去方法。
- [18] 前記気体が、道路トンネル内、掘削・半地下道路トンネル、道路シェルター、駐車場内、道路近傍、停留所のいずれかの大気が採取されたものであることを特徴とする請求項14～請求項17のいずれか1項に記載の窒素酸化物の除去方法。
- [19] 前記塩基性物質が、アルカリ金属の水酸化物あるいはアルカリ土類金属の水酸化物であり、前記還元性物質が、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物であることを特徴とする請求項18に記載の窒素酸化物の除去方法。
- [20] 前記再生剤が、還元性物質を含む場合に、
前記除去機能を、窒素雰囲気中で再生することを特徴とする請求項19に記載の窒素酸化物の除去方法。
- [21] 気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、
窒素酸化物を吸着して除去するロー・プロファイルの固体吸着剤を含む窒素酸化物吸着手段と、
前記ロー・プロファイルの前記固体吸着剤の大面积側に選択的に前記気体を供給する気体整流手段と、
前記窒素酸化物吸着手段の窒素酸化物の除去機能が低下した場合に、塩基性物質あるいは還元性物質を含む再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段とを備え、
前記固体吸着剤に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることに

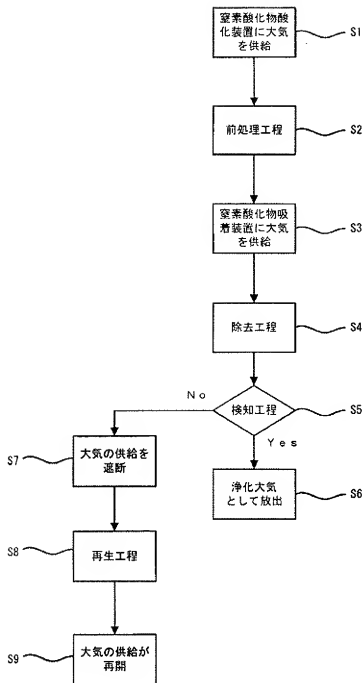
- より、低下した前記除去機能が再生されることを特徴とする窒素酸化物の除去装置。
- [22] 前記除去機能を検知する窒素酸化物センサーを含み、前記窒素酸化物センサーが所定濃度以上の窒素酸化物の濃度を検知した場合に、前記除去機能が再生されることを特徴とする請求項21に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [23] 前記再生剤を貯留する再生剤タンクが備えられ、
前記再生剤が、前記再生剤タンクと前記窒素酸化物吸着装置との間で循環可能とされていることを特徴とする請求項21または請求項22に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [24] 前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理手段を備え、
前記前処理手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着装置に供給されることを特徴とする請求項21～請求項23のいずれか1項に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [25] 気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、
ロー・プロファイルの固体吸着材層に、前記ロー・プロファイルの大面积側に前記気体を導くための気体整流手段を介して前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する複数の吸着ユニットを含み、前記吸着ユニットが、前記固体吸着材層の延在方向と交差する方向に複数個積層されて一体化された省空間型の窒素酸化物吸着手段を備えることを特徴とする窒素酸化物の除去装置。
- [26] 前記吸着ユニットは、各々、前記固体吸着材層を通過する前記気体の速度を制御する制御手段を備えていることを特徴とする請求項25に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [27] 前記固体吸着材層の除去機能が低下した場合に、再生剤を前記窒素酸化物吸着手段に供給する再生剤供給手段を備え、
前記固体吸着材層に吸着された窒素酸化物が前記再生剤によって除去されることにより、低下した前記除去機能が再生されることを特徴とする請求項25または請求項26に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [28] 前記再生剤供給手段が、前記吸着ユニットの各々に個別に前記再生剤を供給可

能なものとされていることを特徴とする請求項27に記載の窒素酸化物の除去装置。

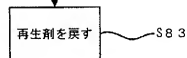
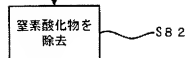
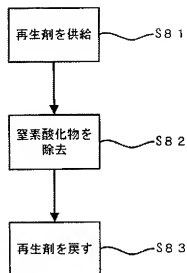
- [29] 前記気体中に含まれる窒素酸化物を、二酸化窒素、三酸化二窒素、四酸化二窒素、五酸化二窒素のいずれかにする前処理手段を備え、
前記前処理手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着手段に供給されることを特徴とする請求項25ー請求項28のいずれか1項に記載の窒素酸化物の除去装置。
- [30] 前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことを特徴とする請求項25ー請求項29のいずれかに記載の窒素酸化物の除去装置。
- [31] 気体中に含まれる窒素酸化物を除去する装置であって、
前記気体を加湿する加湿手段と、
ロー・プロファイルの固体吸着材層に、前記ロー・プロファイルの全面積側に前記気体を導くための気体整流手段を介して前記気体を通過させることにより、前記気体中に含まれる前記窒素酸化物を除去する窒素酸化物吸着手段とを備え、
前記加湿手段が、前記固体吸着材層と平面的に重なり合うように前記窒素酸化物吸着手段と一体化され、前記加湿手段を通過した前記気体が前記窒素酸化物吸着装置に供給されることを特徴とする窒素酸化物の除去装置。
- [32] 前記加湿手段で使用される加湿用水を貯留する水タンクが備えられ、
再生剤が前記固体吸着材層上に供給されることにより、前記固体吸着材層を通過した前記再生剤が、前記水タンクに供給され前記固体吸着材層が、炭素系材料を含む固体吸着材で形成され、かつ前記再生剤が、アルカリ金属の水酸化物、アルカリ土類金属の水酸化物、亜硫酸リチウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸カルシウム、亜硫酸マグネシウム、亜硫酸鉄、亜硫酸銅、チオ硫酸リチウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カリウム、チオ硫酸カルシウム、チオ硫酸マグネシウムまたはこれらの混合物からなる群から選択される含イオウ化合物のいずれかを含むことを特徴と

する請求項31に記載の窒素酸化物の除去装置。

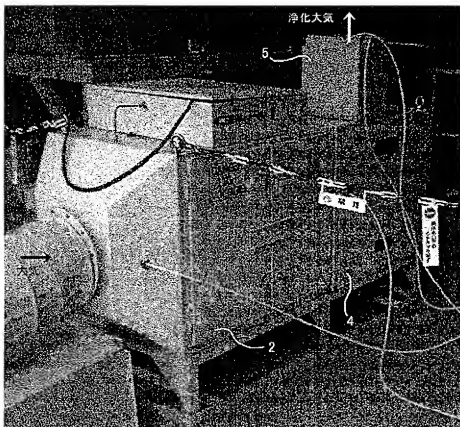
[図1]



[圖2]



[圖3]

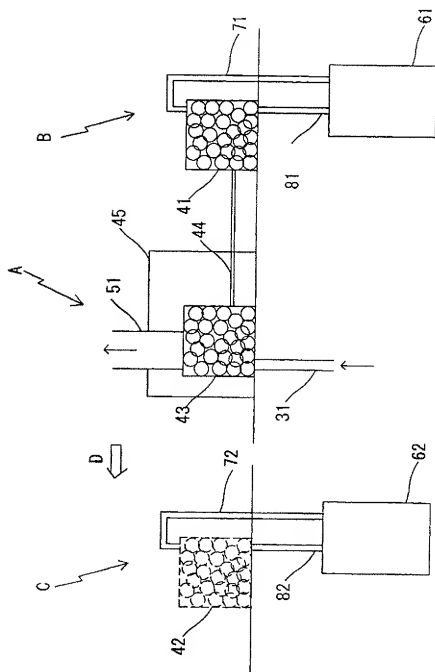


5

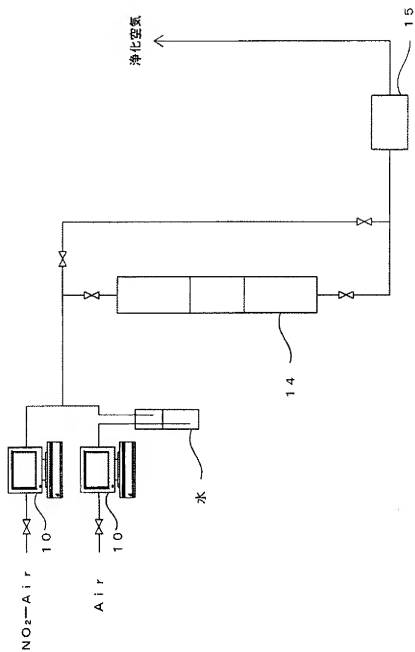
1

42 71

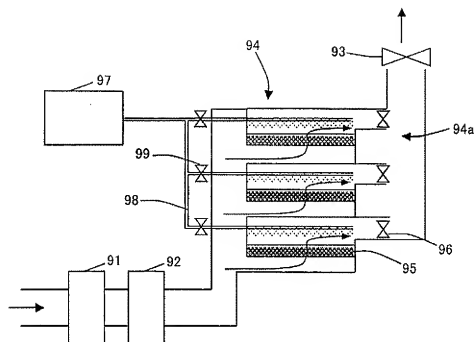
[図5]



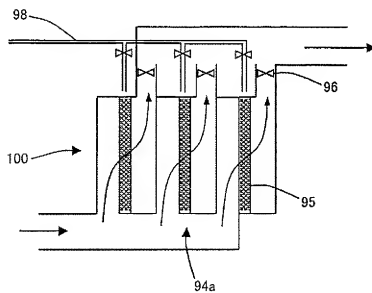
[図6]



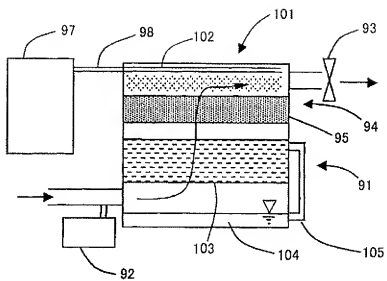
[図7]



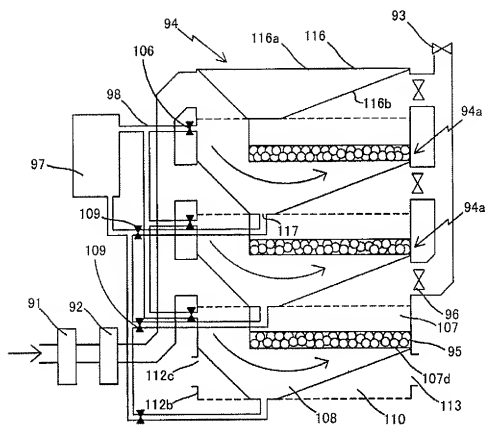
[図8]



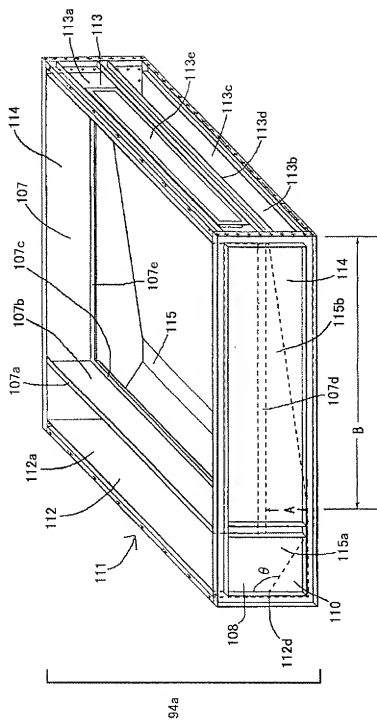
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl.⁷ B01D53/56, B01J20/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ B01D53/34-53/96, B01J20/00-20/34, B01D53/02-53/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-129345 A (Dasshu Sochi Kabushiki Kaisha), 15 May, 2001 (15.05.01), Claims; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 6-11 4, 5
Y A	JP 2002-153724 A (Shinohara Seiki Kabushiki Kaisha), 28 May, 2002 (28.05.02), Fig. 1 (Family: none)	1-3, 6-11 4, 5
Y A	JP 53-77871 A (Unitika Ltd.), 10 July, 1978 (10.07.78), Fig. 2 (Family: none)	1-3, 6-11 4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 April, 2005 (28.04.05)

Date of mailing of the international search report
17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 55-162331 A (Minoru TANAKA), 17 December, 1980 (17.12.80), Claims; page 2, upper left column, lines 7 to 10; page 3, upper left column, lines 16 to 18; Figs. 1 to 3 (Family: none)	8-32 1-7
Y	JP 2002-253926 A (Kabushiki Kaisha Nikko Planto), 10 September, 2002 (10.09.02), Claims; Par. No. [0006] (Family: none)	11,19,20,30
Y	JP 2000-15058 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 18 January, 2000 (18.01.00), Claims (Family: none)	11,19,20,30
Y	JP 9-253452 A (Equos Research Co., Ltd.), 30 September, 1997 (30.09.97), Par. No. [0033] & EP 798143 A1	15,22
Y	JP 1-296000 A (Shimizu Corp.), 29 November, 1989 (29.11.89), Claims; Fig. 1 (Family: none)	18,26
Y	JP 11-262629 A (Dainippon Ink And Chemicals, Inc.), 28 September, 1999 (28.09.99), Claims (Family: none)	20
Y	JP 51-148675 A (Shimizu Corp.), 21 December, 1976 (21.12.76), Claims; page 2, upper left column, lines 3 to 19 (Family: none)	30,31

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B01D 53/56, B01J 20/34

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B01D 53/34-53/96,
B01J 20/00-20/34,
B01D 53/02-53/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP2001-129345 A (脱臭装置株式会社) 2001. 05. 15, 特許請求の範囲、図1-3 (ファミリーなし)	1-3, 6-11 4, 5
Y A	JP2002-153724 A (篠原精機株式会社) 2002. 05. 28, 図1 (ファミリーなし)	1-3, 6-11 4, 5
Y A	JP53-77871 A (ユニチカ株式会社)	1-3, 6-11 4, 5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの

「E」国際出願日以前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に及ぼす文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 04. 2005

国際調査報告の発送日

17. 5. 2005

国際調査機関の名称及びて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区根岸三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本間 友孝

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

4Q

9632

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	1978. 07. 10, 第2図 (ファミリーなし)	
Y	JP55-162331 A (田中実)	8-32
A	1980. 12. 17, 特許請求の範囲, 第2頁左上欄第7-10行, 第3頁左上欄第16-18行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP2002-253926 A (株式会社ニッコープラント) 2002. 09. 10, 特許請求の範囲, 【0006】 (ファミリーなし)	11, 19, 20, 30
Y	JP2000-15058 A (住友重機械工業株式会社) 2000. 01. 18, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	11, 19, 20, 30
Y	JP9-253452 A (株式会社エクス・リサーチ) 1997. 09. 30, 【0033】 &EP 798143 A1	15, 22
Y	JP1-296000 A (清水建設株式会社) 1989. 11. 29, 特許請求の範囲, 第1図 (ファミリーなし)	18, 26
Y	JP11-262629 A (大日本インキ化学工業株式会社) 1999. 09. 28, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	20
Y	JP51-148675 A (清水建設株式会社) 1976. 12. 21, 特許請求の範囲, 第2頁左上欄第3-19行 (ファミリーなし)	30, 31